



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**DENTISTERIA MINIMAMENTE INVASIVA: MICRODUREZA DO  
ESMALTE APÓS TRATAMENTO COM A TÉCNICA DE  
MICROABRASÃO E ICON®**

Trabalho submetido por  
**Beatriz Subtil Gonçalves da Silva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**junho de 2016**





# **INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **DENTISTERIA MINIMAMENTE INVASIVA: MICRODUREZA DO ESMALTE APÓS TRATAMENTO COM A TÉCNICA DE MICROABRASÃO E COM ICON®**

Trabalho submetido por  
**Beatriz Subtil Gonçalves da Silva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura**

e coorientado por  
**Mestre Paulo Jorge Monteiro**

**junho de 2016**



*Dedico este trabalho aos meus pais, por acreditarem em mim, nas minhas capacidades e por nunca me terem permitido desistir do meu sonho.*



Um agradecimento ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura, por ter acreditado neste projeto e nas minhas capacidades de execução do mesmo.

Agradeço ao meu coorientador, Mestre Paulo Monteiro por todo o apoio e ajuda neste trabalho.

Agradeço ao Prof. Doutor Luis Proença pela ajuda na execução e interpretação dos resultados deste projeto.

Um obrigada ao Prof. Doutor António Alves de Matos pela disponibilidade e paciência para a obtenção e interpretação das imagens microscópicas deste estudo.

Agradeço ao ISCSEM e todos os docentes pela minha formação e valores incutidos neste percurso de seis anos.

Agradeço às marcas DMG America e Ultradent pelo material cedido para a execução desta investigação.

Agradeço do fundo do coração a toda a minha família, em especial aos meus queridos avós, pelo carinho e dedicação.

Um agradecimento especial ao meu melhor amigo e grande amor, o Gonçalo pela motivação, força e apoio inexplicáveis ao longo destes meses, por acreditar em mim e por ter feito com que a espera valesse a pena.

Agradeço à minha melhor amiga, Soraia, por estes catorze anos de amizade e amor que nos ligam.

Agradeço ao Carlos, pela ajuda, dedicação, apoio e incentivo, em especial na concretização deste trabalho.

Um agradecimento à Inês, pelos dois anos de parceria em que o esforço e dedicação aos nossos pacientes culminaram no sucesso dos nossos trabalhos.

Agradeço à Maggie, à Marta, à Lili, ao João e às minhas afilhadas, pela amizade que levarei para a vida.





## RESUMO

**Introdução:** O conceito de dentisteria minimamente invasiva está em crescente ascensão, compreendendo técnicas cada vez mais utilizadas pelos médicos dentistas na abordagem de lesões *white spot* e manchas de fluorose. No entanto, certos tratamentos minimamente invasivos podem interferir com a microdureza do esmalte.

**Objetivo:** Este estudo tem como objetivo avaliar as possíveis alterações de microdureza de esmalte após o tratamento da superfície vestibular com técnica de microabrasão e microinfiltração.

**Materiais e Métodos:** Este estudo laboratorial, foi efetuado numa amostra de 30 dentes humanos hígidos extraídos por motivos periodontais e/ou ortodônticos. Estes dentes foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos: Grupo A (n=10) – grupo de controlo (sem tratamento); Grupo B (n=10) – grupo submetido a tratamento de microabrasão (Opalustre<sup>®</sup>, *Ultradent Products Inc.*); Grupo C (n=10) – grupo submetido a tratamento de microinfiltração (Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface<sup>®</sup>, *DMG America*). Após os tratamentos de superfície, todos os grupos foram submetidos à medição da microdureza de Vickers com a máquina Shimadzu HSV-30 (*Shimadzu Corp.*). Para a visualização microscópica da superfície, foi utilizado o microscópio eletrónico de varrimento (SEM JSM-5400 Scanning Microscope, *Jeol*) num conjunto adicional de três dentes, um por cada grupo. A análise estatística foi efetuada com o SPSS<sup>®</sup> (Statistical Package for the Social Sciences) versão 22.0 para Windows<sup>®</sup>. Nas metodologias de análise estatística inferencial utilizadas foi assumido um nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ).

**Resultados:** As médias da microdureza do esmalte foram, respetivamente: GA: 413,26 VHN; GB: 346,18 VHN; GC: 320,62 VHN. A análise estatística demonstrou que os tratamentos de microabrasão e microinfiltração usados neste estudo alteram a microdureza do esmalte ( $p=0,004$ ). A análise microscópica revelou alterações claramente visíveis em ambos os tratamentos.

**Conclusões:** Este estudo demonstrou que os tratamentos de microabrasão e microinfiltração, apesar de minimamente invasivos, podem alterar a microdureza do esmalte.

**Palavras-chave:** microdureza esmalte, microabrasão, icon, opalustre



## ABSTRACT

**Introduction:** The minimally invasive dentistry concept is continuously growing, comprehending techniques more and more used by dentists for the management of white spot lesions and fluorotic stains. However, certain minimally invasive treatments may interfere with the enamel microhardness.

**Aims:** This study aims to evaluate the possible alterations of the enamel microhardness after vestibular surface treatment with the microabrasion and microinfiltration techniques.

**Materials and Methods:** This laboratory study was made with a sample of 30 human teeth extracted due to periodontal and/or orthodontic motives. These teeth were randomly distributed in 3 groups: Group A (n=10) – control group (without treatment); Group B (n=10) – group treated with microabrasion (Opalustre<sup>®</sup>, *Ultradent Products Inc.*); Group C (n=10) – group treated with microinfiltration (Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface<sup>®</sup>, *DMG America*). After the surface treatments, all groups were submitted to the measurement of Vickers microhardness with the machine Shimadzu HSV-30 (*Shimadzu Corp.*). For the microscopic analysis of the vestibular surface, the scanning electron microscope (SEM JSM-5400 Scanning Microscope, *Jeol*) was used in three additional teeth, one representing each group. The statistical analysis was accomplished with the SPSS<sup>®</sup> (Statistical Package for the Social Sciences) program version 22.0 for Windows<sup>®</sup>. A significance level of 5% ( $p \leq 0,05$ ) was assumed in the inferential statistic analysis.

**Results:** The enamel microhardness means were, respectively: GA: 413,26 VHN; GB: 346,18 VHN; GC: 320,62 VHN. The statistical analysis demonstrated that the treatments of microabrasion and microinfiltration used in this study alter the enamel microhardness ( $p=0,004$ ). The microscopic analysis showed clear and visible changes in both treated surfaces.

**Conclusions:** This study shows that the microabrasion and microinfiltration treatments, although minimally invasive, may alter the enamel microhardness.

**Keywords:** enamel microhardness, microabrasion, icon, opalustre



## ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO .....	23
1.1.	Características gerais do dente.....	23
1.1.1.	Esmalte.....	24
1.1.2.	Dentina.....	24
1.2.	Dureza .....	25
1.2.1.	Teste de microdureza de Vickers.....	25
1.3.	Patologias do esmalte dentário.....	26
1.3.1.	Fluorose.....	28
1.3.1.1.	Técnica de microabrasão.....	29
1.3.2.	White spots.....	30
1.3.2.1.	Técnica de microinfiltração .....	31
II.	OBJETIVOS .....	33
III.	MATERIAIS E MÉTODOS .....	35
3.1.	Considerações éticas .....	35
3.2.	Tipo de estudo.....	35
3.3.	Local do estudo .....	35
3.4.	Preparação das amostras .....	35
3.4.1.	Técnica de microabrasão.....	38
3.4.2.	Técnica de microinfiltração .....	40
3.5.	Medição da microdureza do esmalte (dureza de Vickers).....	43
3.6.	Análise estatística.....	44
3.7.	Análise microscópica da superfície .....	44
IV.	RESULTADOS .....	47
4.1.	Caracterização da amostra .....	47
4.2.	Medição da microdureza do esmalte.....	47
4.3.	Análise estatística.....	48
4.3.1.	Avaliação da microdureza do esmalte .....	48
4.4.	Avaliação microscópica.....	49
V.	DISCUSSÃO .....	51
VI.	CONCLUSÕES .....	59
VII.	BIBLIOGRAFIA .....	61

ANEXO

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Esquema do dente e dos seus tecidos adjacentes (adaptado de Nanci, 2013, p.1).	23
<b>Figura 2</b> - Forma diamantada do indentador do teste de dureza de Vickers.	26
<b>Figura 3</b> - Área de indentação e traçado das diagonais.	26
<b>Figura 4</b> - Lesão de fluorose	29
<b>Figura 5</b> - Grupo para Opalustre <sup>®</sup> (GB).	36
<b>Figura 6</b> - Grupo de Controlo (GA).	36
<b>Figura 7</b> - Grupo para Icon <sup>®</sup> (GC)	36
<b>Figura 8</b> - Blocos de acrílico, cianoacrilato e nivelador de bolha.	37
<b>Figura 9</b> - Polidora Struers LaboPol-4.	37
<b>Figura 10</b> - Superfície dentária nivelada.	37
<b>Figura 11</b> - Kit Gel Opalustre <sup>®</sup> (Ultradent Products Inc., South Jordan, E.U.A)	38
<b>Figura 12</b> - Aplicação de gel Opalustre <sup>®</sup>	38
<b>Figura 13</b> - Técnica de microabrasão com gel Opalustre <sup>®</sup> e taça de borracha de profilaxia	39
<b>Figura 14</b> - Pós tratamento com técnica de microabrasão	39
<b>Figura 15</b> - Polimento de superfície com taça de borracha de acabamento.	39
<b>Figura 16</b> - Kit Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface <sup>®</sup> (DMG America Company, Hamburgo, Alemanha).	40
<b>Figura 17</b> - Aplicação de Icon-Etch <sup>®</sup>	41
<b>Figura 18</b> - Lavagem e Secagem.	41
<b>Figura 19</b> - Secagem com Icon-Dry <sup>®</sup>	41
<b>Figura 20</b> - Fotopolimerização.	42
<b>Figura 21</b> - Aplicação de Icon-Infiltrant <sup>®</sup>	42
<b>Figura 22</b> - Polimento da superfície com taça de borracha.	42
<b>Figura 23</b> - Acabamento final pós microinfiltração.	42
<b>Figura 24</b> - Shimadzu HSV-30 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão)	43
<b>Figura 25</b> - Indentações equidistantes no esmalte	43
<b>Figura 26</b> – Microscópio eletrónico de varrimento (JSM-5400 Scanning Microscope, Jeol, Tóquio, Japão)	44
<b>Figura 27</b> - Preparação da amostra para microscopia	45

<b>Figura 28</b> - Recobrimento da amostra com crómio .....	45
<b>Figura 29</b> - Imagens da superfície do esmalte SEM: a.) superfície hígida (controlo), (x100); a1.) superfície hígida (controlo), (x500). Seta aponta para prisma de esmalte.....	49
<b>Figura 30</b> - Imagens da superfície do esmalte SEM: b.) superfície após microabrasão (x150); b1.) superfície após microabrasão (x750). Seta aponta para estria. ....	50
<b>Figura 31</b> - Imagens da superfície do esmalte SEM: c.) superfície após microinfiltração (x150); c1.) superfície após microinfiltração (x750). Seta aponta para poro selado. .....	50



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Produtos comerciais utilizados para microabrasão (adaptado de Pini et al., 2015, p.36) .....	30
<b>Tabela 2</b> - Composição dos constituintes do Kit Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface® .....	40
<b>Tabela 3</b> – Medição da microdureza do esmalte em VHN; média e desvio padrão de cada amostra.....	47
<b>Tabela 4</b> – Média VHN, desvio padrão, significância dos diferentes valores de microdureza do esmalte e homogeneidade (1,2) dos diferentes grupos; grupos assinalados com 1 apresentam diferenças significativas relativamente ao grupo de controlo (* $p \leq 0,05$ ) .....	48
<b>Tabela 5</b> - Teste post-hoc Tukey HSD na avaliação da microdureza do esmalte .....	49



## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1</b> - Médias de microdureza do esmalte em VHN.....	49
---	----



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ác. - ácido

DP - desvio padrão

g - grama

GPa – Gigapascal

LPD - ligamento periodontal

min. - minutos

mm - milímetro

rpm - rotações por minuto

s - segundos



## LISTA DE SIGLAS

BDH - Banco de Dentes Humano

CDUEM - Clínica Dentária Universitária Egas Moniz

HV ou VHN - valor de dureza de Vickers

ISCSEM - Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

LPD - ligamento periodontal

N - Newton

SEM - *Scanning Electron Microscope*

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

TEGDMA - trietilenoglicol dimetacrilato

® - marca registada

µm - micrómetro



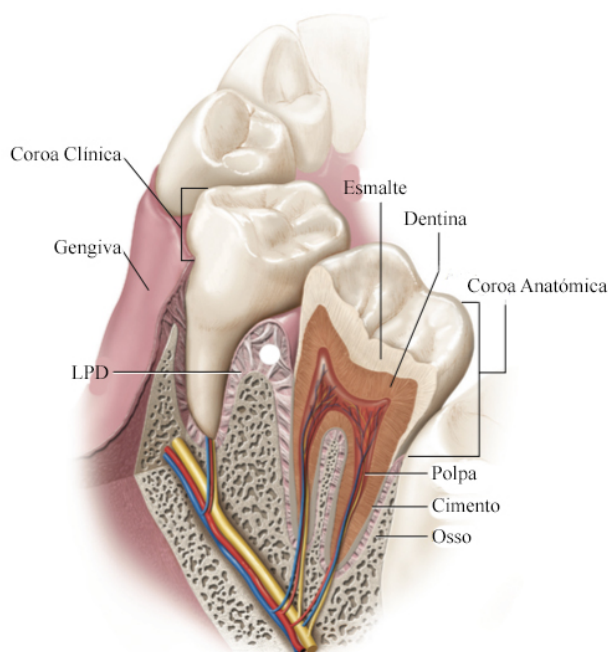


## I. INTRODUÇÃO

O avanço da instrumentação, materiais e técnicas tem permitido aos clínicos a transição das teorias de Black “extensão para prevenção” para “prevenção da extensão”. Assim nasce o conceito de “dentisteria minimamente invasiva”, que se define por ser uma técnica de preservação máxima da estrutura dentária saudável e que se foca na prevenção, remineralização e mínima intervenção por parte do profissional nas lesões de cárie (Gujjar & Sumra, 2013).

### 1.1. Características gerais do dente

O sucesso na dentisteria clínica requer conhecimento da anatomia e natureza biológica do dente. O dente é um órgão complexo constituído por vários componentes como o esmalte, dentina, polpa e cimento radicular, que o tornam um dos mais importantes elementos da cavidade oral (Chun, Choi & Lee, 2014; Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013).



**Figura 1** - Esquema do dente e dos seus tecidos adjacentes  
(adaptado de Nanci, 2013, p.1).

### **1.1.1. Esmalte**

O esmalte é um tecido dentário altamente mineralizado que reveste a camada mais externa da coroa anatômica do dente, sendo o tecido mais duro do corpo humano. Este serve de barreira à dentina e polpa e possui características específicas importantes para a estética dentária, como a forma, cor, textura e translucidez (O'Brien *et al.*, 2014).

O esmalte maduro é formado por cerca de 96% de minerais inorgânicos (onde se incluem os cristais de hidroxiapatite alinhados em prismas) e 4% de matriz orgânica sendo que desta faz parte uma grande quantidade de água (Chai, 2014; Fruits *et al.*, 2013).

A manutenção da integridade do esmalte bem como a sua proteção é efetuada pela saliva e pelos seus constituintes como iões de cálcio e fosfato que renovam a camada superficial do esmalte, aumentando assim a sua dureza e resistência à desmineralização (Nanci, 2013; West & Joiner, 2014).

### **1.1.2. Dentina**

A dentina é o tecido mineralizado mais abundante no dente humano. Elástico e avascular, este tecido protege a zona central da câmara pulpar. A sua componente mineral é a hidroxiapatite e o componente orgânico principal é o colagénio. A principal característica da dentina é a sua permeabilidade devido aos seus túbulos que atravessam toda a sua espessura e que contêm prolongamentos citoplasmáticos, constituindo assim a sua microestrutura (Kinney, Marshall & Marshall, 2003; Kishen, Ramamurty & Asundi, 2000; Nanci, 2013).

A dentina é composta por três níveis, que consistem em fases orgânicas e inorgânicas, sendo que apresenta uma percentagem de água bastante superior ao esmalte (cerca de 50%). O primeiro nível é composto por fibras de colagénio e grãos ultra-finos de hidroxiapatite calcificada. O segundo nível é a estrutura tipo “rede” de fibras de colagénio, que estão predominantemente orientadas para os túbulos dentinários rodeados por uma bainha altamente mineralizada, que consiste no terceiro nível (Chien *et al.*, 2016; Zaytsev, Ivashov & Panfilov, 2015).

## 1.2. Dureza

As propriedades mecânicas do esmalte envolvem a elasticidade, dureza, viscoelasticidade e resistência à fratura. A dureza é uma medida que engloba também a suavidade de um determinado material e não apenas a sua dureza, representando e demonstrando assim também a habilidade de um material sólido resistir à deformação elástica, plástica ou à sua destruição. As medições da dureza do esmalte de dentes naturais têm sofrido alterações ao longo do tempo devido ao avanço tecnológico, variando assim entre medições macroscópicas e microscópicas, o que permite caracterizar com maior fiabilidade esta variável (Jeng, Lin, Hsu, Chang & Shieh, 2011; Zhang, Du, Zhou & Yu, 2014).

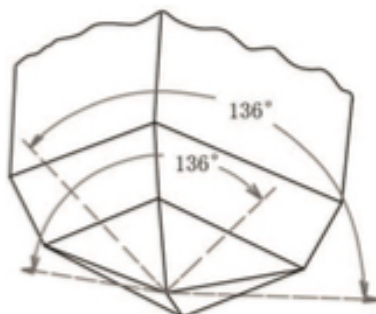
A dureza dos dentes pode ser dividida em dureza estática e dinâmica, sendo que o teste de dureza mais utilizado para caracterização é o de indentação estática. O módulo de elasticidade e a dureza do esmalte têm sido fulcrais nos estudos das propriedades mecânicas dos dentes humanos, assim um dos índices mais frequentemente utilizados para a dureza estática é a dureza de Vickers (Yazici, Tuncer, Antonson, Onen & Kilinc, 2010; Zhang *et al.*, 2014).

A dureza máxima do esmalte localiza-se à superfície (3.5 GPa) e esta dureza diminui gradualmente com o aumento da profundidade: assim, o esmalte mantém uma dureza estável (2-2.5 GPa) a uma distância de 100-600µm da junção amelo-dentinária. A microdureza e o módulo de elasticidade correlacionam-se positivamente com o conteúdo em iões cálcio (O'Brien *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2014)

### 1.2.1. Teste de microdureza de Vickers

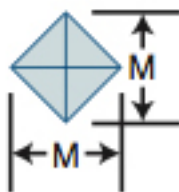
A microdureza dos materiais pode ser avaliada de diversas formas como por exemplo, através de ensaios de abrasão e penetração. Na área de medicina dentária é mais frequentemente utilizado o ensaio de penetração, como o teste de Vickers e de Knoop nos quais se utiliza uma carga normalmente inferior a 9.8N, o que provoca pequenas indentações com profundidades inferiores a 19µm. Estas indentações são convertidas em valores de dureza após a sua medição. O tipo de teste a utilizar deve ser selecionado com base no tipo de material a avaliar (Anusavice, Shen & Rawls, 2013; Chun *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2014).

Para avaliar a microdureza de Vickers utiliza-se uma ponta diamantada de forma piramidal de base quadrada, sendo que esta é a técnica mais comum em estudos de medicina dentária. A máquina é programada para aplicar uma carga que pode variar entre 1 a 1000g.



**Figura 2** - Forma diamantada do indutor do teste de dureza de Vickers  
(adaptado de Zhang *et al.*, 2014, p.63).

Para obter os valores de dureza são utilizadas duas diagonais do local de indentação e, calculando a sua média, obtém-se a área de indentação. Posteriormente, divide-se a carga pela área tendo-se como resultado o valor de microdureza de Vickers (Callister Jr. & Rethwisch, 2014; Lippert & Lynch, 2014; Roy & Basu, 2008).



**Figura 3** - Área de indentação e traçado das diagonais  
(adaptado de Anusavice *et al.*, 2013, p.64).

### 1.3. Patologias do esmalte dentário

As anomalias e patologias que surgem no dente e consequentemente no esmalte têm diversas etiologias e manifestam-se em diferentes alturas do desenvolvimento do dente.

Por razões estéticas, as patologias associadas ao esmalte são aquelas que requerem mais atenção da área da Dentisteria. Estas podem ser classificadas em anomalias pré e pós-eruptivas (Schuurs, 2013).

A **amelogénese imperfeita** é uma patologia hereditária do esmalte dentário que afeta o desenvolvimento pré-eruptivo deste tecido, esta anomalia manifesta-se tanto na dentição decídua como na permanente. Caracteriza-se por presença de uma camada muito fina de esmalte, coloração amarelo-acastanhado generalizada e a superfície dentária encontra-se baça e rugosa (Chen, Hu, Bresciani, Peters & Estrella, 2013; Kurien, Vasunni, A.V, Correya & T.K., 2015).

Os defeitos de esmalte estão intimamente relacionados com distúrbios que ocorrem durante a formação deste. Podem ser considerados defeitos de esmalte a hipoplasia ou opacidade do esmalte. A hipoplasia do esmalte é um defeito quantificável pois envolve a redução da espessura do esmalte, formada durante a fase secretória da amelogénese. A **hipoplasia de esmalte** tem sido frequentemente associada com a cárie dentária, devido à grande solubilidade ácida do esmalte afetado. A hipoplasia de esmalte pode também surgir devido à toma de tetraciclina e ao uso excessivo de compostos fluorídricos (Anthonappa & King, 2015; Armelagos, Goodman, Harper & Blakey, 2009; Slootweg, 2013).

A **cárie dentária** é uma doença crónica e multifatorial, sendo que é considerada um dos maiores problemas de saúde oral a nível mundial. Esta patologia engloba diversos fatores de risco sendo eles demográficos, socioeconómicos, culturais ou biológicos (Vargas-Ferreira *et al.*, 2015). As bactérias cariogénicas convertem os hidratos de carbono fermentáveis e açúcares provenientes da alimentação em ácidos que provocam a desmineralização e posterior destruição da estrutura dentária. A higiene oral tem um grande impacto na prevenção do desenvolvimento destas bactérias na cavidade oral bem como a quantidade e qualidade da saliva de cada indivíduo. As estratégias preventivas desta patologia devem ser planificadas aquando do conhecimento do tipo de bactérias que a provoca (Bowen, 2016; Selwitz, Ismail & Pitts, 2007; Simon-Soro & Mira, 2015).

A **atrição dentária** é um processo fisiológico natural que se caracteriza pelo desgaste e perda progressiva do esmalte dentário, devido à fricção provocada pelos contactos oclusais entre dentes. As causas desta patologia podem ter diversas origens, podendo ser influenciadas por fatores desencadeantes levando a um excesso de desgaste oclusal patológico. São estes fatores anomalias congénitas, fatores psicológicos, bruxismo e

hábitos parafuncionais. Existem também fatores predisponentes de atrição, como o género do indivíduo, sendo que é mais comum no sexo masculino ou devido a iatrogenia por parte dos médicos dentistas (Jain & Hegde, 2015; Schuurs, 2013).

A **abrasão** é uma patologia que ocorre devido ao desgaste dos tecidos duros do dente devido a causas que não apenas mastigatórias como morder objetos duros, canetas ou ganchos de cabelo. No entanto a maior causa de abrasão dentária deve-se à escovagem vigorosa dos dentes, levando a defeitos no colo dentário. As áreas dentárias que sofrem abrasão são muitas vezes caracterizadas por falta de brilho devido à descalcificação (Lussi *et al.*, 2012; Slootweg, 2013).

A **erosão dentária** é uma lesão que ocorre quando o esmalte é exposto a ácidos não bacterianos intrínsecos ou extrínsecos, como suco gástrico ou bebidas carbonatadas respetivamente. A erosão é uma condição complexa que depende da interação química, comportamental e biológica de diversos fatores. Estas lesões manifestam-se pela perda de estrutura mineralizada na superfície do dente, principalmente nas faces palatinas dos dentes anteriores, sendo a principal causa de erosão a bulimia. O controlo destas lesões depende significativamente do entendimento das causas e do reconhecimento precoce dos seus sinais e sintomas (Carvalho *et al.*, 2014; Picchi Comar, Salomão, Martines de Souza & Magalhães, 2013; Yan-Fang & Ren, 2011).

### **1.3.1. Fluorose**

A fluorose dentária é uma condição atribuída a dentes cujas características morfológicas se encontram clinicamente alteradas. Esta é causada pela ingestão excessiva de flúor durante o desenvolvimento dentário (Castro, De Araújo Ferreira, Duarte, Sampaio & Meireles, 2014; Singh, Gupta & Bey, 2014).

A fluorose é uma lesão de hipomineralização do esmalte caracterizada pela porosidade da sua sub-superfície e coberta por uma zona mais superficial que sofreu uma mineralização correta (Aoba & Fejerskov, 2002; Browne, Whelton & O'Mullane, 2005).

Clinicamente, as lesões de fluorose caracterizam-se por uma aparência branca e opaca do esmalte. Os sinais iniciais destas lesões são a mudança na cor do esmalte, apresentando várias linhas estriadas brancas horizontais ao longo das superfícies dentárias. Em casos mais severos, o esmalte pode tornar-se descolorado ou apresentar manchas (Castro *et al.*, 2014; DenBesten & Li, 2011).



**Figura 4** - Lesão de fluorose  
(adaptado de Castro *et al.*, 2014, p.940).

A escolha do tratamento depende da severidade da doença. Nos casos menos severos opta-se por métodos mais conservadores como a microabrasão do esmalte e o branqueamento dentário, de forma a “camuflar” as manchas, ou uma combinação de ambas as técnicas. Estas estratégias têm sido utilizadas com o intuito de remover ou reduzir a opacidade superficial do esmalte (Castro *et al.*, 2014; Perumal, Paul, Govindarajan & Panneerselvam, 2013).

#### **1.3.1.1. Técnica de microabrasão**

A técnica de microabrasão consiste na aplicação de agentes acídicos e abrasivos como géis de ácido fosfórico a 37% e pedra-pomes ou géis de ácido hidrocloreídrico a 6% e sílica. No tratamento estético de manchas de fluorose, a microabrasão de esmalte é um dos métodos minimamente invasivos mais usados recentemente (Balan, Madanda Uthaiiah, Narayanan & Mookalamada Monnappa, 2013; Pini *et al.*, 2015).

A microabrasão do esmalte remove a sub-superfície porosa da camada de esmalte, bem como as manchas que estão retidas, através de um gel de composição acídica. Esta técnica é a primeira opção de tratamento deste tipo de manchas pois remove as áreas brancas opacas e as manchas castanhas características desta doença, mas também suaviza as irregularidades da superfície tornando o esmalte mais lustroso e regular (Bertoldo, Lima, *et al.*, 2014; Celik, Yildiz & Yazkan, 2013).

Para a técnica de microabrasão existem diversos materiais disponíveis no mercado (Tabela 1).

Material	Fabricante	Ácido	Abrasivo	Tamanho das partículas (mm)
<b>Prema Compound®</b>	Premier Dental Company (EUA)	10% ác. hidroclorídrico	Carbeto de silício/dióxido	30-60
<b>Opalustre®</b>	Ultradent Products (EUA)	6,6% ác. clorídrico	Carbeto de silício	20-160
<b>Pumice®</b>	Pumex (RU)	-	Pedra-pomes	30-50

**Tabela 1** - Produtos comerciais utilizados para microabrasão (adaptado de Pini *et al.*, 2015, p.36)

### 1.3.2. White spots

As lesões *white spot* são a manifestação clínica de um processo de desmineralização que provoca o aumento da porosidade da camada sub-superficial do esmalte, podendo ou não levar ao desenvolvimento de cárie (Fruits *et al.*, 2013). Estas lesões surgem porque as bactérias patogénicas atingem e quebram a camada de esmalte e os ácidos orgânicos produzidos por essas bactérias libertam uma determinada quantidade de iões cálcio e fosfato que não são substituídos naturalmente pelo fenómeno de remineralização desta camada. Este processo leva a uma perda gradual de camadas mineralizadas, criando assim porosidades que mudam o índice refratário do esmalte translúcido normal (Glazer, 2009; Shivanna & Shivakumar, 2011)

Assim, as lesões *white spot* manifestam-se visualmente por lesões brancas bastante opacas e podem tornar-se mais perceptíveis quando acontece pigmentação extrínseca da estrutura dentária (Kirschneck, Christl, Reicheneder & Proff, 2016; Yetkiner, Wegehaupt, Wiegand, Attin & Attin, 2014).

Inicialmente as cáries de esmalte não são tratadas através de meios mecânicos para evitar sacrificar tecido saudável em redor da cárie (Paris, Meyer-Lueckel, Mueller, Hummel & Kielbassa, 2006). Assim, a primeira linha de tratamento das lesões *white spot* é a remineralização, pois estas têm a superfície intacta e são reversíveis. Para além dos cremes, pastas e tratamentos de remineralização como a fluoroterapia, existem tratamentos baseados em técnicas de microabrasão ou utilização convencional de *bond*. No entanto, foi introduzido recentemente no mercado uma nova linha de tratamento



minimamente invasivo para as lesões *white spot*, através de microinfiltração de cáries (Arslan *et al.*, 2015; Shivanna & Shivakumar, 2011).

#### 1.3.2.1. Técnica de microinfiltração

A técnica de microinfiltração tem como objetivo a prevenção da progressão de lesões de cárie de esmalte iniciais (*white spot*), ocluindo as microporosidades da lesão através de infiltração com resinas fotopolimerizáveis de baixa viscosidade. Esta técnica vai não só selar as microporosidades e bloquear o acesso dos ácidos a quaisquer poros restantes, como também vai aumentar significativamente a dureza da superfície dentária, promovendo assim um suporte mecânico considerável para o tecido dentário, permitindo assim estabelecer e parar o processo de evolução de cárie (Arslan *et al.*, 2015; Heymann & Grauer, 2013; Pancu *et al.*, 2012; Shivanna & Shivakumar, 2011).

O tratamento e controlo de lesões *white spot* tornou-se importante na dentisteria moderna. Com a introdução da técnica de microinfiltração na prática clínica, tem sido cada vez mais reportado na literatura a utilização de uma determinada resina infiltrativa, o Icon<sup>®</sup> (DMG America Company, Hamburgo, Alemanha). A sua aplicação faz-se em quatro passos: condicionamento com ácido hidrocloreídrico a 15%, desidratação da superfície com etanol a 99%, aplicação de resina fluída hidrofóbica rica em TEGDMA e por fim fotopolimerização (Attal, Atlan, Denis, Vennat & Tirlet, 2014; Azizi, 2015).

As técnicas de microabrasão e microinfiltração, já descritas, podem ser consideradas como técnicas minimamente invasivas, devido ao seu carácter não cirúrgico e reparador (Y. Wang, Sa, Liang & Jiang, 2013).

A dentisteria minimamente invasiva compreende o diagnóstico correto da atividade da patologia do paciente, o seu tratamento e as estratégias de prevenção e manutenção da saúde dentária (Katz, de Andrade, Lira, Ramos Vieira & Heimer, 2013). Nela incluem-se a prevenção de cáries, remineralização de lesões precoces, redução de bactérias cariogénicas, intervenção cirúrgica conservadora de lesões cavitadas e reparação de restaurações em vez de substituição das mesmas (Gujjar & Sumra, 2013).

Apesar da sua natureza minimamente invasiva ambas as técnicas têm um objetivo diferente. Ao passo que a técnica de microabrasão tem como principal desiderato melhorar a estética dentária do paciente, através da diminuição ou eliminação das manchas de fluorose ou *white spot* (Pini *et al.*, 2015), a técnica de microinfiltração

pretende ser “curativa”, ocluindo os trajetos de difusão dos ácidos cariogênicos e dos minerais dissolvidos, inibindo assim a progressão da lesão cariosa (Paris, Meyer-Lueckel, Cölfen & Kielbassa, 2007).

Não obstante a terem uma indicação principal diferente, diversos autores têm demonstrado a sua aplicação para as mesmas patologias, ou seja, a aplicação da técnica de microabrasão também para as lesões de *white spot* cariosas (Ardu, Castioni, Benbachir & Krejci, 2007; Murphy, Willmot & Rodd, 2007) e a técnica de microinfiltração para as lesões de fluorose (Muñoz *et al.*, 2013; Pérez, Quijada & Uribe, 2014).

## II. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo consistem em:

- 1) Determinar se existem diferenças significativas na microdureza do esmalte após microabrasão, utilizando Opalustre<sup>®</sup>;
- 2) Determinar se existem diferenças significativas na microdureza do esmalte após microinfiltração, utilizando Icon<sup>®</sup>.

Hipóteses nulas:

A técnica de microabrasão não altera a microdureza do esmalte;

A técnica de microinfiltração não altera a microdureza do esmalte.

Hipóteses alternativas:

A técnica de microabrasão altera a microdureza do esmalte;

A técnica de microinfiltração altera a microdureza do esmalte.



### **III. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Considerações éticas**

Este projeto foi submetido à Comissão de Ética da Cooperativa de Ensino Superior Egas Moniz, tendo sido aprovado por unanimidade (Anexo).

Para a realização deste estudo, procedeu-se à recolha da amostra recorrendo ao Banco de Dentes Humano (BDH) da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (CDUEM). Os dentes foram recolhidos pela equipa de Cirurgia, acompanhados de um consentimento informado devidamente assinado pelos pacientes, autorizando a doação dos dentes.

#### **3.2. Tipo de estudo**

Foi realizado um estudo laboratorial e microscópico para avaliar: a) a microdureza do esmalte sem qualquer tipo de tratamento; b) a microdureza do esmalte após tratamento com Opalustre<sup>®</sup>; c) a microdureza do esmalte após tratamento com Icon<sup>®</sup> e d) alterações morfológicas na superfície do esmalte após os tratamentos.

#### **3.3. Local do estudo**

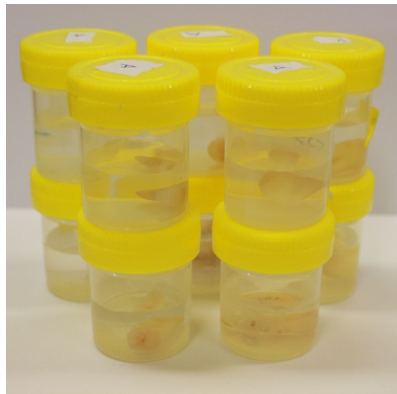
O estudo teve início com a recolha das amostras do BDH da CDUEM e respetiva preparação seguindo-se do trabalho laboratorial realizado no Laboratório de Materiais Dentários do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (medição de microdureza).

#### **3.4. Preparação das amostras**

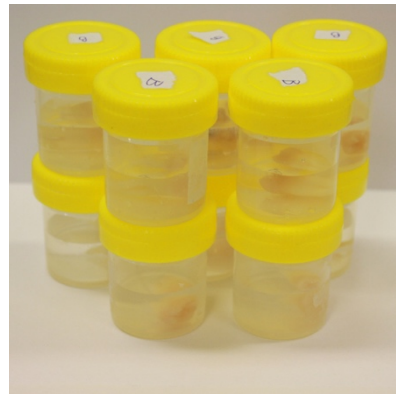
Para a execução deste projeto, foram selecionados 30 dentes posteriores (molares e pré-molares) hígidos previamente extraídos por motivos ortodônticos e/ou periodontais, tal como indicado na norma ISO/TS 11405:2015(E).

De acordo com a mesma norma, após a extração procedeu-se à remoção de restos orgânicos através de curetas de Gracey. O tratamento da amostra começou pela desinfecção dos dentes, tendo estes ficado conservados em meio líquido de Cloramina T a 1% durante uma semana. Após o tempo de desinfecção, o meio foi alterado para água destilada, permanecendo neste meio cerca de dois meses até ao início do estudo laboratorial.

Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: GA = grupo de controlo (n=10); GB = grupo sujeito a tratamento com técnica de microabrasão (Opalustre<sup>®</sup>) (n=10); GC = grupo sujeito a tratamento com técnica de microinfiltração (Icon<sup>®</sup>) (n=10). Um conjunto adicional de 3 dentes foi conservado em água destilada exclusivamente para análise microscópica.



**Figura 6** - Grupo de Controlo (GA)



**Figura 5** - Grupo para Opalustre<sup>®</sup> (GB)



**Figura 7** - Grupo para Icon<sup>®</sup> (GC)

Para este estudo, foram confeccionados 30 blocos de acrílico (Orthocryl, 160-112-00) para servirem de base para posteriormente colocar os dentes por baixo do indentador para a medição da dureza. Foi selecionada a face vestibular de cada dente (molar ou pré-molar).

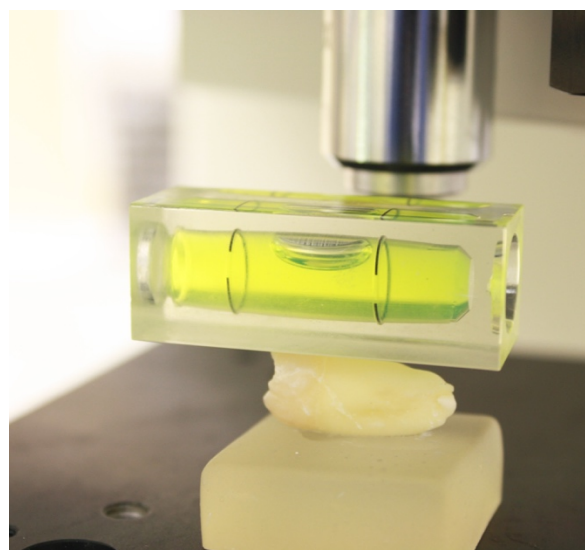


**Figura 8** - Blocos de acrílico, cianoacrilato e nivelador de bolha

Para que as amostras se mantivessem estáveis, foi utilizada cola de cianoacrilato (16282, UE) para fixar os dentes aos blocos de acrílico. As superfícies do esmalte foram niveladas recorrendo à máquina polidora Struers LaboPol-4 (*Struers*, Ballerup, Dinamarca), usando um disco abrasivo WSiC de grão 320 (*Struers*, Ballerup, Dinamarca) e para garantir a perpendicularidade dos dentes relativamente ao indentador da máquina, foi colocado um nivelador de bolha (*Everise CF44336*).



**Figura 9** - Polidora Struers LaboPol-4 (*Struers*, Ballerup, Dinamarca)



**Figura 10** - Superfície dentária nivelada

### **3.4.1. Técnica de microabrasão**

Para a técnica de microabrasão foram sujeitos a este tratamento na face vestibular, 10 dentes (GB) seguindo as instruções do fabricante.

Foi utilizado o gel Opalustre® (*Ultradent Products Inc.*, South Jordan, E.U.A), uma pasta semifluida de abrasão química e mecânica de ácido clorídrico a 6,6%, contendo partículas de carbeto de silício numa pasta hidrossolúvel.



**Figura 11** - Kit Gel Opalustre® (*Ultradent Products Inc.*, South Jordan, E.U.A)

Procedeu-se ao tratamento das superfícies vestibulares previamente limpas, polidas e niveladas, iniciando-se pela verificação de um correto fluxo do gel, através da ponta aplicadora.



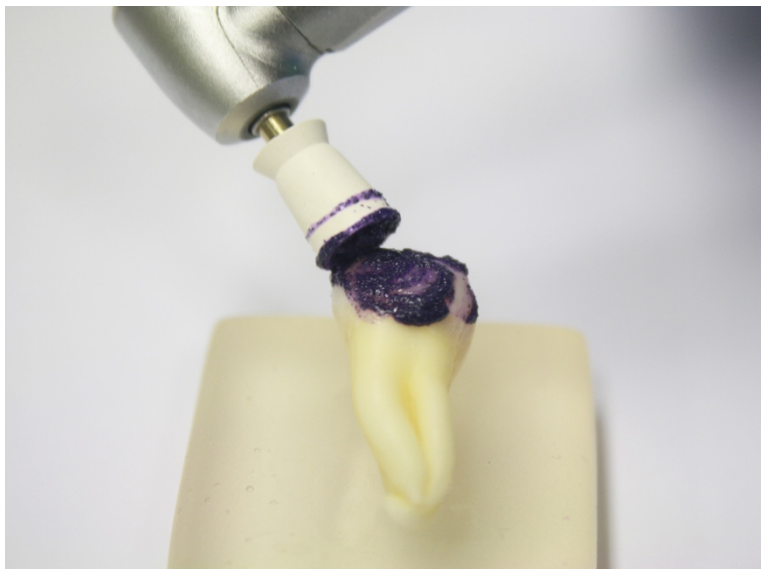
**Figura 12** - Aplicação de gel Opalustre®

Foi

aplicada

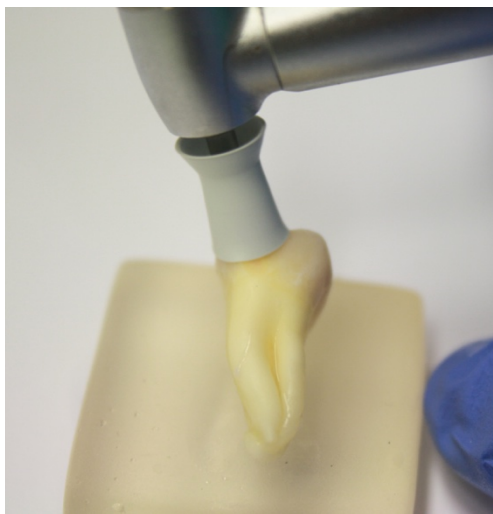


uma camada com cerca de 1,0 mm de espessura de produto sobre a face vestibular do dente e iniciou-se a técnica de microabrasão utilizando uma taça de borracha de profilaxia (Prophy Bristle Cup, *Ultradent Products Inc.*, South Jordan, E.U.A) montada num contra-ângulo. Este procedimento foi efetuado a uma baixa rotação (aproximadamente 500 rpm), tendo sido aplicada uma pressão média/forte durante 60s. De seguida, aspirou-se a pasta e lavou-se o dente abundantemente.



**Figura 13** - Técnica de microabrasão com gel Opalustre® e taça de borracha de profilaxia

Por fim, foi feito um pequeno polimento com uma taça de borracha de acabamento (Finishing Cup, *Ultradent Products Inc.*, South Jordan, E.U.A) sobre a face tratada.



**Figura 15** - Polimento de superfície com taça de borracha de acabamento



**Figura 14** - Pós tratamento com técnica de microabrasão

### 3.4.2. Técnica de microinfiltração

Para a técnica de microinfiltração foram utilizados 10 dentes (GC), sendo estes submetidos ao tratamento na face vestibular de acordo com as instruções do fabricante.

Foi utilizado o Icon Caries Infiltrant – Smooth Surface® (DMG America Company, Hamburgo, Alemanha), produto infiltrante desenvolvido especificamente para superfícies lisas e particularmente adequado para remover lesões de *white spot* e tratar cáries incipientes em pacientes sujeitos a tratamento ortodôntico, após a remoção dos *brackets*.



**Figura 16** - Kit Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface® (DMG America Company, Hamburgo, Alemanha)

Material	Composição
Icon-Etch®	Ác. Hidroclorídrico
	Ác. Silícico Pirogénico
	Substâncias de reacção ativa com a superfície
Icon-Dry®	Etanol a 99%
Icon-Infiltrant®	Matriz de resina à base de metacrilato, iniciadores e aditivos

**Tabela 2** - Composição dos constituintes do Kit Icon Caries Infiltrant - Smooth Surface®

Procedeu-se ao tratamento das superfícies vestibulares previamente limpas. De seguida rosqueou-se uma ponta com uma pequena esponja a (Smooth Surface-Tip, DMG America Company, Hamburgo, Alemanha) na seringa do Icon-Etch® e aplicou-se uma

quantidade generosa de ácido sobre a superfície vestibular, deixando atuar durante 2 minutos fazendo movimentos circulares. Após o tempo de condicionamento ácido, procedeu-se à lavagem com água durante 30s e secagem com ar isento de óleo e água.



**Figura 17** - Aplicação de Icon-Etch<sup>®</sup>



**Figura 18** - Lavagem e Secagem

De seguida, rosqueou-se a cânula na seringa do Icon-Dry<sup>®</sup> e aplicou-se uma quantidade generosa de material sobre a face vestibular, deixando-o atuar durante cerca de 30s. Para obter melhores resultados de tratamento, procedeu-se à secagem da superfície.



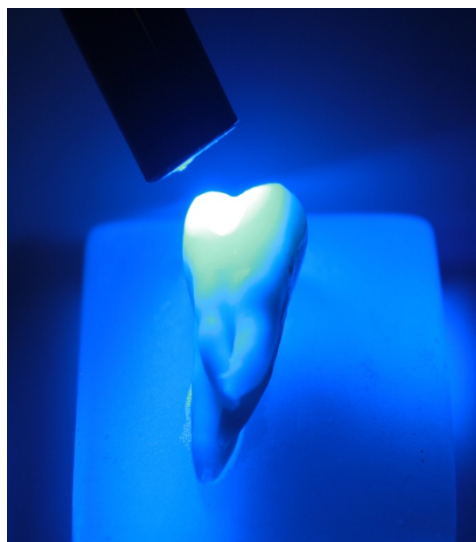
**Figura 19** - Secagem com Icon-Dry<sup>®</sup>

Após a secagem completa da superfície dentária, deu-se início à microinfiltração. Colocou-se uma ponta (Smooth Surface-Tip, *DMG America Company*, Hamburgo, Alemanha) na seringa do Icon-Infiltrant® e aplicou-se uma quantidade generosa de produto na superfície. Aguardou-se cerca de 3 minutos para que o Icon-Infiltrant® atuasse. O infiltrante foi activado movendo ligeiramente o aplicador.

Fotopolimerizou-se durante 40s utilizando um fotopolimerizador (Optilux 501, *Kerr Corporation*, Califórnia, E.U.A.) e repetiu-se o procedimento de microinfiltração de novo, mas apenas durante 1min., fotopolimerizando novamente durante 40s.

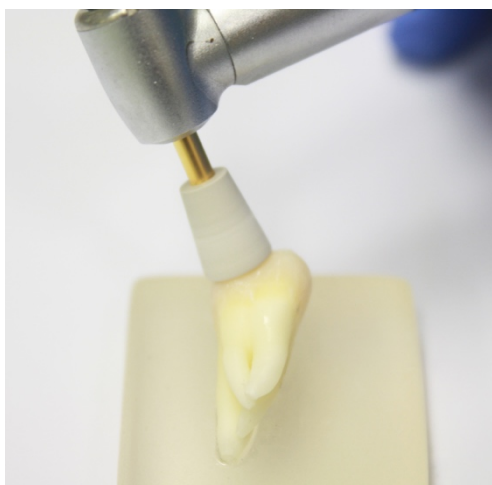


**Figura 21** - Aplicação de Icon-Infiltrant®



**Figura 20** - Fotopolimerização

Para o acabamento da superfície, procedeu-se a um pequeno polimento com uma taça de borracha (*Clinician's Choice Dental Products*, New Milford, E.U.A.).



**Figura 22** - Polimento da superfície com taça de borracha



**Figura 23** - Acabamento final pós microinfiltração

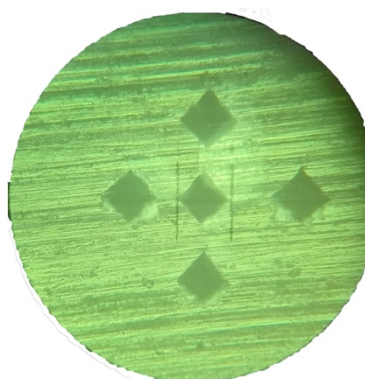
### 3.5. Medição da microdureza do esmalte (dureza de Vickers)

Após a aplicação das técnicas de tratamento de superfície aos grupos B e C, procedeu-se à medição da microdureza do esmalte de todos os grupos de estudo, incluindo o grupo de controlo. Utilizou-se a máquina Shimadzu HSV-30 (*Shimadzu Corporation*, Kyoto, Japão) para medir a microdureza de Vickers. Para cada dente foi definida uma carga de 29,42N durante 5s.



**Figura 24** - Shimadzu HSV-30 (*Shimadzu Corporation*, Kyoto, Japão)

Foram realizadas cinco indentações de igual distância entre si no esmalte de cada amostra para obter então uma média de valores para cada dente.



**Figura 25** - Indentações equidistantes no esmalte



### **3.6. Análise estatística**

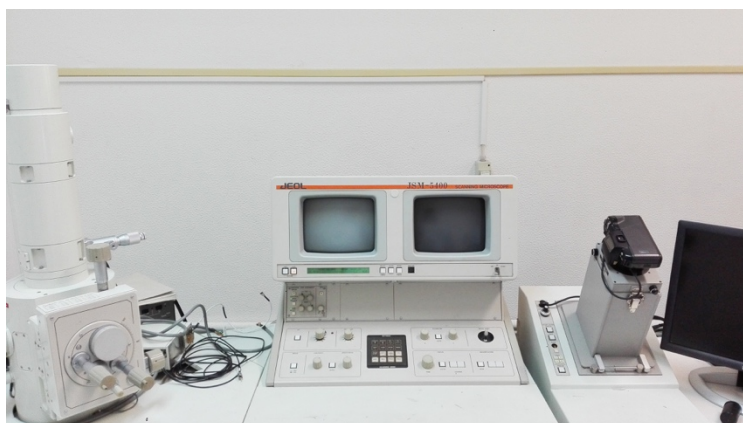
A análise estatística foi realizada com o programa informático SPSS<sup>®</sup> (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 22.0 para Windows<sup>®</sup>.

Estabeleceu-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância ( $\alpha$ )  $\leq 0,05$  (correspondente a 95% de confiança), isto é, as diferenças são significativas quando a probabilidade associada à estatística do teste (p) é inferior a 0,05. Esta análise considerou medidas de estatística descritiva como frequências absolutas e relativas, médias e desvios padrão.

### **3.7. Análise microscópica da superfície**

Para a análise microscópica utilizou-se o conjunto adicional de 3 dentes previamente conservados em água destilada, sem estarem polidos, cada um representando cada grupo de estudo. Da mesma forma que no estudo da microdureza se optou pelo tratamento das faces vestibulares dos dentes também este critério foi tido em conta na análise microscópica e, desse modo, foram estudadas alterações morfológicas das faces vestibulares desses três dentes.

Para a visualização microscópica da superfície de cada dente, foi selecionado o microscópio eletrónico de varrimento (SEM - *Scanning Electron Microscope*).



**Figura 26** – Microscópio eletrónico de varrimento (JSM-5400 Scanning Microscope, *Jeol*, Tóquio, Japão)

Após a preparação da amostra efetuando os tratamentos de microabrasão e microinfiltração seguindo o protocolo indicado pelos respetivos fabricantes, esta foi colocada num disco metálico e submetida a um processo de vácuo durante 72h para que

todas as partículas de água fossem eliminadas. Posteriormente fez-se um recobrimento da amostra com crômio para criar uma camada condutora e emissora de elétrons. Utilizou-se o microscópio JSM-5400 Scanning Microscope (*Jeol*, Tóquio, Japão) para analisar e caracterizar as alterações morfológicas induzidas pelos tratamentos com microabrasão e microinfiltração a nível da camada de esmalte superficial.



**Figura 27** - Preparação da amostra para microscopia



**Figura 28** - Recobrimento da amostra com crômio





## IV. RESULTADOS

### 4.1. Caracterização da amostra

A amostra desta investigação é constituída por 30 dentes hígidos previamente extraídos por motivos ortodônticos e/ou periodontais. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos e submetidos a tratamentos de superfície: GA = grupo controlo; GB = grupo tratado com Opalustre<sup>®</sup>; GC = grupo tratado com Icon<sup>®</sup>.

### 4.2. Medição da microdureza do esmalte

Todos os grupos da amostra foram submetidos ao teste de microdureza de Vickers, o GA (controlo) foi submetido inicialmente enquanto que os restantes grupos apenas foram medidos após efetuados os tratamentos à superfície do esmalte. Para o cálculo da microdureza foram realizadas 5 medições no esmalte, com uma carga previamente estabelecida de 29,42N durante 5s. Estas medições permitiram o cálculo da média e desvio padrão de cada grupo (Tabela 3).

Amostra (n)	Grupos					
	Controlo		Opalustre <sup>®</sup>		Icon <sup>®</sup>	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	412,6	15,1	361,2	11,4	197	104,8
2	416,8	32,0	370,4	20,0	304,2	9,7
3	392,8	28,8	383,4	79,0	402,4	63,5
4	478,8	56,1	411	20,3	360,2	25,0
5	506,2	112,3	386,8	58,2	193,8	60,1
6	397,8	62,9	266,6	27,0	339,2	55,5
7	315,8	62,0	327	49,7	338,6	50,7
8	452,4	41,2	306,4	42,3	365,8	42,7
9	369,2	51,4	304,2	70,3	383,2	35,3
10	390,2	38,0	344,8	16,8	321,8	34,7

**Tabela 3** – Medição da microdureza do esmalte em VHN; média e desvio padrão de cada amostra

### 4.3. Análise estatística

A análise dos dados foi realizada com o programa informático SPSS® versão 22.0 para Windows®.

Para testar as diferenças na microdureza usou-se o teste Anova *One-Way* pois estamos a comparar mais de dois grupos, ou seja, faz-se uma comparação múltipla de médias. A variável dependente é de tipo quantitativo. Os pressupostos de normalidade de distribuição e de homogeneidade de variâncias foram analisados com os testes de *Kolmogorov-Smirnov*, *Shapiro-Wilk* e teste de *Levene*. As diferenças significativas foram analisadas posteriormente com o teste de *Tukey*, para  $p < 0,05$ .

#### 4.3.1. Avaliação da microdureza do esmalte

Através do teste Anova *One-Way* (Tabela 4) foi possível comprovar que os tratamentos efetuados nesta investigação reduzem a microdureza do esmalte ( $p=0,004$ ), aceitando assim as hipóteses alternativas.

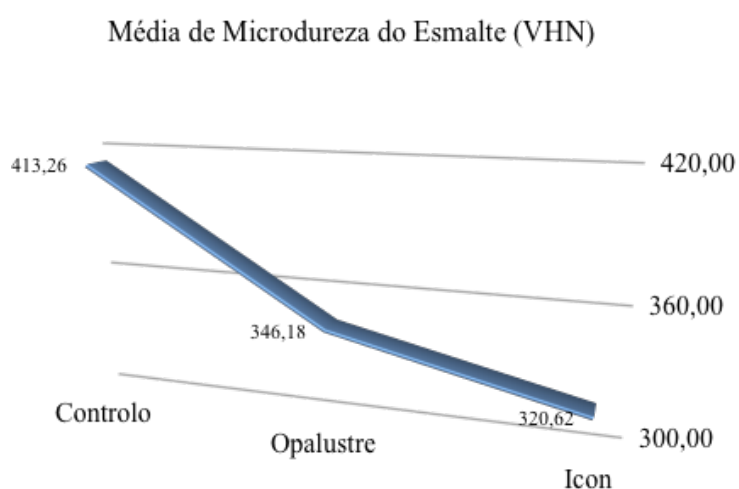
O teste de comparação múltipla de *Tukey* (Tabela 5) permitiu verificar a existência de diferenças significativas entre o grupo de controlo (GA) e o grupo submetido a microabrasão (GB), ( $p=0,041$ ). Foram também verificadas a partir deste teste diferenças significativas entre o grupo de controlo (GA) e o grupo submetido a microinfiltração (GC), ( $p=0,004$ ). Desta forma, os grupos B e C apresentaram valores de microdureza mais baixos (Gráfico 1).

	Grupos			
	Controlo	Opalustre®	Icon®	Significância
Média	413,26 <sup>2</sup>	346,18 <sup>1</sup>	320,62 <sup>1</sup>	0,004*
Desvio padrão médio	54,88	44,84	71,89	

**Tabela 4** – Média VHN, desvio padrão, significância dos diferentes valores de microdureza do esmalte e homogeneidade (1,2) dos diferentes grupos; grupos assinalados com 1 apresentam diferenças significativas relativamente ao grupo de controlo (\* $p \leq 0,05$ )

Grupo	N	Subset for alpha = 0,05	
		1	2
Icon	10	320,6200	
Opalustre	10	346,1800	
Controlo	10		413,2600
Sig.		,595	1,000

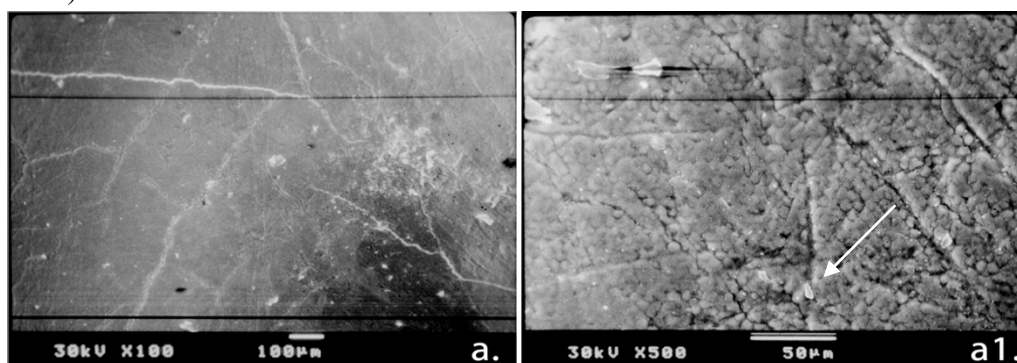
**Tabela 5** - Teste *post-hoc* Tukey HSD na avaliação da microdureza do esmalte em VHN (\* $p \leq 0,05$ )



**Gráfico 1** - Médias de microdureza do esmalte em VHN

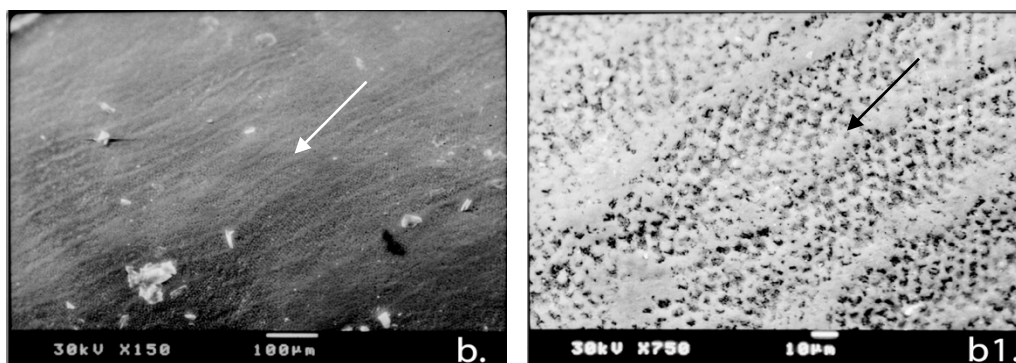
#### 4.4. Avaliação microscópica

Na amostra de controlo foi observada uma estrutura de esmalte hígida com uma rede cristalina bem formada, onde é possível observar com boa definição os prismas de esmalte (Figura 29a.).



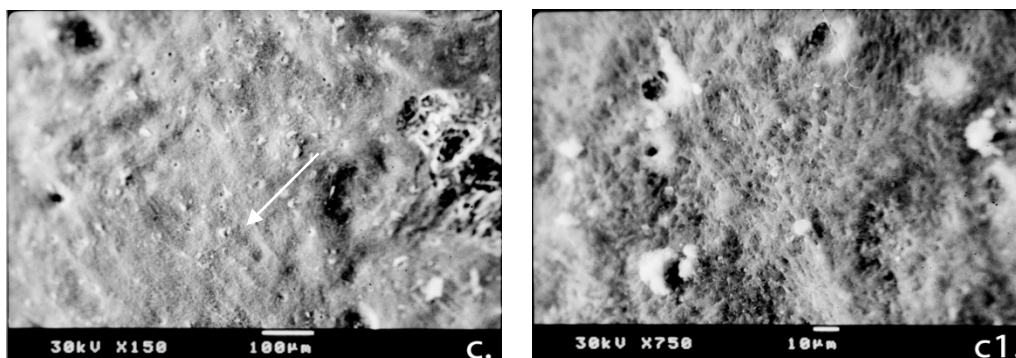
**Figura 29** - Imagens da superfície do esmalte SEM: a.) superfície hígida (controlo), (x100); a1.) superfície hígida (controlo), (x500). Seta aponta para prisma de esmalte.

Na amostra tratada com a técnica de microabrasão, foi possível observar uma superfície estriada compatível com o tratamento microabrasivo efetuado (Figura 30b.; 30b1.).



**Figura 30** - Imagens da superfície do esmalte SEM: b.) superfície após microabrasão (x150); b1.) superfície após microabrasão (x750). Seta aponta para estria.

Na amostra tratada com a técnica de microinfiltração, notou-se que o infiltrante selou as porosidades do esmalte produzindo uma superfície lisa e homogênea (Figura 31c.; 31c1.), perdendo-se assim a exposição dos prismas de esmalte.



**Figura 31** - Imagens da superfície do esmalte SEM: c.) superfície após microinfiltração (x150); c1.) superfície após microinfiltração (x750). Seta aponta para poro selado.

## V. DISCUSSÃO

A dentisteria minimamente invasiva é uma abordagem moderna para o controle e tratamento de cáries dentárias utilizando técnicas de reconhecimento e avaliação do risco de cárie e focando-se na prevenção atempada desta patologia (Walsh & Brostek, 2013). O conceito de dentisteria minimamente invasiva pode ser definido como a preservação máxima da estrutura dentária, aquando da realização de determinados tratamentos. (Gujjar & Sumra, 2013).

Sendo uma área em franca expansão, a dentisteria minimamente invasiva é neste momento encarada como uma filosofia que tenta garantir a preservação vitalícia do tecido dentário. Desta forma, não se restringe apenas ao tratamento de cáries dentárias mas também se aplica a outras áreas de saúde oral como a periodontologia, reabilitação oral e cirurgia oral (Frencken *et al.*, 2012). Esta prática clínica baseia-se em quatro princípios chave: no reconhecimento, através da avaliação dos fatores de risco do indivíduo, na redução ou eliminação desses mesmos fatores de risco, na regeneração do tecido, suspendendo ou revertendo a lesão, e reparação, onde se intervém mecânica ou manualmente para remoção do tecido lesionado e posterior restauração (Walsh & Brostek, 2013).

A dentisteria minimamente invasiva também pode ser utilizada para fins estéticos utilizando técnicas conservadoras para tratamentos de manchas de fluorose ou lesões *white spot*. Com o aumento da prevenção da cárie dentária através da utilização de fluoroterapia e do flúor presente nas águas de abastecimento público e em certos alimentos, as populações têm demonstrado um aumento de manchas de fluorose no esmalte dentário, levando assim a uma necessidade de controlo e tratamento estético destas manchas (Celik *et al.*, 2013; Kirschneck *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2013). O tratamento estético destas manchas com a técnica de microabrasão tem sido cada vez mais reportado na literatura e reúne atualmente algum consenso na comunidade científica médico-dentária (Balan *et al.*, 2013; Celik *et al.*, 2013; Y. Wang *et al.*, 2013)

As lesões *white spot* podem ser consideradas lesões de cárie iniciais não cavitadas que ocorrem frequentemente durante o tratamento ortodôntico (Vianna, Markezan, Lau & Sant'Anna, 2016). Desde muito cedo que as técnicas de microinfiltração com resinas

foram consideradas técnicas minimamente invasivas para o tratamento de lesões de cárie não cavitadas lisas e superficiais (Nainar, 2014).

Neste estudo, foram utilizadas técnicas de dentisteria minimamente invasiva, microabrasão e microinfiltração, para as relacionar com a microdureza do esmalte, tal como outros autores o fizeram (Fragoso *et al.*, 2011; Malek, Alkhamis & Mesha, 2012; Pini *et al.*, *in press*; Torres, Rosa, Ferreira & Borges, 2012). Apesar da sua natureza minimamente invasiva, é possível observar alterações não só a nível morfológico mas também a nível da microdureza do esmalte (Pini *et al.*, *inpress*).

Para este projeto delineou-se como principal objetivo avaliar e determinar a microdureza do esmalte após a realização de técnicas de microabrasão e microinfiltração. À semelhança de outros estudos foram escolhidos dentes hígidos doados para fins científicos e distribuídos aleatoriamente em três grupos, GA = grupo de controlo; GB = grupo submetido a técnica de microabrasão; GC = grupo submetido a técnica de microinfiltração (Bertoldo, Pini, *et al.*, 2014; Taher *et al.*, 2012). Os dentes foram preparados recorrendo a uma polidora para que a superfície ficasse lisa, plana e paralela ao indentador da máquina de microdureza de Vickers, algo fundamental para que as medidas sejam fidedignas (Cirano, Romito & Todescan, 2003; Wang, D'Alpino, Lopes & Pereira, 2003). Posteriormente, os dentes foram colados em pequenos blocos de acrílico para promover maior estabilidade da amostra e, por fim, para comprovar o equilíbrio entre a face vestibular de cada dente e o indentador, utilizou-se um nivelador (Lippert & Lynch, 2014). Para os tratamentos de superfície de microabrasão e microinfiltração seguiram-se as instruções do fabricante em ambas as técnicas, após os quais foi determinada a microdureza do esmalte utilizando a dureza de Vickers, por este ser um dos testes mais indicados para esta avaliação (Wang *et al.*, 2003). De forma a complementar a investigação, recorreu-se a microscopia eletrónica de varrimento para caracterizar as alterações morfológicas decorrentes destes tratamentos de superfície. Nesse sentido, foram selecionados três dentes totalmente intactos (sem terem sido polidos) (Pini *et al.*, 2015; Taher *et al.*, 2012).

Foi verificada uma diminuição da microdureza do esmalte estatisticamente significativa após a técnica de microabrasão, utilizando gel Opalustre®. Esta diminuição foi observada aquando da comparação da amostra submetida ao tratamento com um grupo de controlo que não teria sofrido qualquer tipo de tratamento de superfície, grupo este

que apresentava valores médios de microdureza de 413,26 VHN, semelhante aos valores obtidos por Cirano, Romito & Todescan (2003).

Nesta investigação procedeu-se à aplicação de Opalustre<sup>®</sup>, gel composto por uma pasta semifluida de abrasão química e mecânica que contém partículas de ácido clorídrico a 6,6% e carbeto de silício numa pasta hidrossolúvel, que é atualmente o material mais frequentemente utilizado para a técnica de microabrasão e, assim como outros autores o fizeram, optou-se pela escolha deste material para a posterior avaliação de microdureza e alterações da superfície do esmalte (Bertoldo, Pini, *et al.*, 2014; Pini *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2013).

A técnica de microabrasão é atualmente considerada uma técnica segura e eficaz (Sundfeld, Croll, Briso, Alexandre & Sundfeld Neto, 2007). Esta técnica está, contudo, associada a uma perda de esmalte dentário situada entre os 20 e os 250 µm (Ramalho *et al.*, 2014), perda considerada diminuta e clinicamente aceitável (Pini *et al.*, 2015). A redução na espessura do esmalte é influenciada pelas técnicas manuais ou mecânicas executadas, quantidade de abrasivo aplicado, intervalo entre aplicações, velocidade mecânica e pressão aplicada durante procedimento (Rodrigues *et al.*, 2013) e poderá provocar a longo prazo futuras alterações de cor e compromisso estético, bem como hipersensibilidade dentária (Paic, Sener, Schug & Schmidlin, 2008).

A espessura da camada de esmalte é determinante no estabelecimento da sua microdureza final (Simmer *et al.*, 2010). A redução na microdureza do esmalte após o tratamento de microabrasão, observada neste estudo e noutros estudos semelhantes (Bertoldo, Pini, *et al.*, 2014; Fragoso *et al.*, 2011; Ladhani, Dargad, Dixit, Srilathe & Hegde, 2015; Pini *et al.*, 2015), poderá assim ser explicada pela perda de estrutura dentária. Contudo esta redução na microdureza pode ser revertida de diversas formas como o polimento com pasta diamantada (Bertoldo, Pini, *et al.*, 2014), exposição a saliva (Pini *et al.*, *in press*) ou agentes remineralizantes como o fosfato de cálcio amorfo-fosfopéptido de caseína (Ladhani *et al.*, 2015). Uma vez que no protocolo deste estudo o polimento foi feito apenas com a borracha de acabamento (*finishing cup*), do próprio sistema de microabrasão, sem pasta de polimento, e que não se conservaram os dentes em saliva artificial após o tratamento nem foi feito tratamento remineralizador com fluoroterapia, isto poderá explicar a redução efetiva na microdureza observada.

Segundo Bertolo *et al.* (2014), o tratamento com Opalustre® resulta na incorporação de íons de cloro e sílica no esmalte, íons esses que estão fortemente associados com o aumento da microdureza deste tecido (Jager *et al.*, 2011). Neste sentido, diversos autores recomendam apenas um polimento ligeiro da superfície dentária microabrasionada, com discos de feltro e pastas diamantadas ou fluoretadas de baixa granulação, de forma a potenciar a permanência destes íons na estrutura dentária (Rodrigues *et al.*, 2013). Será assim útil, num futuro estudo, compreender melhor a relação entre a técnica de polimento pós-microabrasão e microdureza do esmalte.

À semelhança dos resultados obtidos na microabrasão, foi igualmente verificada uma diminuição estatisticamente significativa ( $p=0,004$ ) na microdureza do esmalte após o tratamento da superfície com Icon Caries Infiltrant – Smooth Surface®. Observou-se esta diminuição após a comparação do grupo de controlo com o grupo submetido ao tratamento de microinfiltração, cujos valores médios de microdureza são 320,62 VHN. Esta redução foi igualmente verificada em estudos anteriores (Paris *et al.*, 2013; Taher *et al.*, 2012).

Analisando 20 dentes humanos, 10 como grupo de controlo e 10 como grupo tratado com Icon®, Taher *et al.* (2012) concluiu haver uma redução na microdureza do esmalte, redução essa estatisticamente não significativa. Neste estudo, porém, a medição da microdureza não foi efetuada imediatamente após o tratamento de superfície mas sim adiada por um período de 24h durante o qual a amostra esteve imersa em água destilada a 37°C, possivelmente para mimetizar as características presentes na cavidade oral.

Paris *et al.* (2013) criaram lesões no esmalte após imersão das amostras numa solução desmineralizante. A medição da microdureza do esmalte foi efetuada em diversos períodos, nomeadamente antes e depois da desmineralização e após diversas aplicações do Icon®. Os resultados demonstram que a desmineralização reduz a microdureza do esmalte e que com a infiltração por resina há uma reversão nesta tendência. No entanto, este aumento após o tratamento nunca atinge os valores de microdureza do esmalte são.

Noutros estudos de medição da microdureza do esmalte após tratamentos com microinfiltração esta redução não foi verificada, o que demonstra não haver consenso na



literatura relativamente a esta alteração (Arslan *et al.*, 2015; Torres *et al.*, 2012). No entanto, estes estudos apresentam diferenças metodológicas relativamente ao protocolo seguido neste trabalho. As principais diferenças prendem-se com a simulação de lesões de cárie através da desmineralização do esmalte, bem como o armazenamento das amostras em soluções de saliva artificial, algo que não sucedeu nesta investigação, na qual se procedeu à aplicação de resina infiltrante em dentes hígidos sem posterior armazenamento em qualquer tipo de meio.

Segundo Torres *et al.* (2012), fez-se uma primeira medição de microdureza de Vickers após a preparação da amostra com o polimento da superfície e posteriormente criaram-se lesões de cárie artificiais colocando a amostra em soluções desmineralizantes, durante 16h. De seguida foi preparada uma solução de saliva artificial e só após estes tratamentos foi feita uma nova medição da microdureza, obtendo assim os valores de controlo. O grupo de controlo deste estudo foi armazenado em soluções de saliva artificial durante 8 semanas, que eram mudadas todos os dias. O grupo que foi tratado com resina infiltrante (pela técnica de microinfiltração de acordo com as instruções do fabricante) foi colocado em saliva artificial após o tratamento durante 8 semanas. Neste estudo os resultados obtidos revelaram um aumento significativo da microdureza do esmalte lesionado. Um novo desafio ácido após o tratamento com a resina infiltrante reduz a microdureza, possivelmente devido à contração da resina ou pela dissolução do mineral residual no corpo da lesão (Torres *et al.*, 2012).

No mesmo sentido dos estudos já referidos anteriormente, Arslan *et al.* (2015) concluiu, através de um protocolo experimental semelhante ao de Torres *et al.* (2012), que a microdureza do esmalte lesionado aumenta após o tratamento com a técnica de microinfiltração. Neste caso, tal como em Torres *et al.* (2012), não houve uma comparação de valores de microdureza entre esmalte hígido e esmalte lesionado tratado com resina infiltrante. Comparou-se apenas este último com esmalte lesionado que, segundo Paris *et al.* (2013) apresenta valores de microdureza inferiores ao do esmalte hígido.

A primeira linha de tratamento de lesões de cárie iniciais é promover a sua remineralização (Arslan *et al.* 2015). É hoje consensual na literatura que a saliva tem um papel muito importante na remineralização da estrutura dentária (Li, Wang, Joiner &

Chang, 2014) e, conseqüentemente na manutenção da microdureza do esmalte (Simmer *et al.*, 2010). A importância da remineralização pela saliva após os tratamentos de microabrasão e microinfiltração para o aumento da microdureza do esmalte foi verificada nos diversos estudos abordados anteriormente (Arslan *et al.*, 2015; Bertoldo, Pini, *et al.*, 2014; Pini *et al.*, *in press*; Torres *et al.*, 2012).

A microscopia de varrimento tem um impacto fundamental aquando da observação das superfícies de esmalte com mais detalhe. Esta fornece informação sobre a topografia das superfícies, a sua estrutura cristalina, composição química e comportamento elétrico do primeiro micrómetro (o mais superficial) da amostra (Vernon-Parry, 2000). Alguns autores dos estudos referidos neste trabalho recorreram ao microscópio eletrónico de varrimento para observar as alterações morfológicas que os tratamentos de microabrasão e microinfiltração poderiam provocar (Arslan *et al.*, 2015; Pini *et al.*, *in press*; Schmidlin, Sener, Attin & Wiegand, 2012; Taher *et al.*, 2012).

A análise microscópica da superfície da amostra de controlo revelou uma estrutura de superfície irregular com alterações de profundidade e largura variáveis, algo reportado na literatura como normal (Lucchese & Storti, 2011). Por sua vez, a análise das superfícies tratadas revelou claras alterações visíveis em ambos os tratamentos. Segundo Pini *et al.* (*in press*), nas superfícies tratadas com Opalustre® há exposição da região interprismática do esmalte e uma ligeira dissolução dos prismas. As mesmas alterações morfológicas têm sido reportadas na literatura com a utilização de outros agentes abrasivos (Pini *et al.*, 2015). O tratamento de microinfiltração provoca o selamento dos primas de esmalte resultando daí uma superfície lisa e homogênea, algo observado neste estudo e igualmente identificado em estudos anteriores (Arslan *et al.*, 2015; Schmidlin *et al.*, 2012; Taher *et al.*, 2012).

As diferenças relativas ao tipo, carga e tempo de indentação observadas entre os diversos estudos devem ser alvo de atenção e uniformização em futuros estudos, uma vez que dificultam a comparação de resultados (Zhang *et al.*, 2014).

Tendo em conta as limitações deste estudo e do seu protocolo, é de salientar a necessidade de mais estudos que permitam determinar a influência de fatores mecânicos

e químicos no decurso dos tratamentos de microabrasão e microinfiltração, na microdureza do esmalte, reforçando assim a importância desta investigação.



## VI. CONCLUSÕES

Atendendo à metodologia e às limitações deste estudo, foi possível concluir-se que:

- Os tratamentos de microabrasão e microinfiltração afetam a microdureza do esmalte, diminuindo-a.
- Foram verificadas diferenças estatísticas na microdureza do esmalte, sendo que os valores médios de microdureza do GB e GC foram inferiores aos do grupo de controlo (GA). Os valores de microdureza mais baixos foram encontrados no grupo GC (tratamento de microinfiltração com Icon<sup>®</sup>).
- A análise microscópica revelou que os tratamentos provocam alterações se superfície evidentes.

Assim, de acordo com os resultados obtidos, aceitam-se as hipóteses alternativas: os tratamentos de microabrasão e microinfiltração alteram a microdureza do esmalte.

As hipóteses nulas foram rejeitadas, uma vez que foram demonstradas diferenças estatisticamente significativas na microdureza do esmalte.

Após a conclusão deste estudo, verificou-se que estes tratamentos minimamente invasivos são muito utilizados atualmente para o tratamento de superfícies dentárias, no entanto, devem ser tidas em conta as possíveis consequências nas propriedades mecânicas e morfológicas do tecido dentário, após a utilização destas técnicas.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- Anthonappa, R. P., & King, N. M. (2015). Enamel Defects in the Permanent Dentition: Prevalence and Etiology. In B. K. Drummond & N. Kilpatrick (Eds.), *Planning and Care for Children and Adolescents with Dental Enamel Defects: Etiology, Research and Contemporary Management* (pp. 15–31). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). Mechanical Properties of Dental Materials. In *Phillips' Science of Dental Materials* (12th ed.). St. Louis: Elsevier.
- Aoba, T., & Fejerskov, O. (2002). Dental fluorosis: chemistry and biology. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(2), 155–170.
- Ardu, S., Castioni, N. V., Benbachir, N., & Krejci, I. (2007). Minimally invasive treatment of white spot enamel lesions. *Quintessence International*, 38(8), 633–636.
- Armelagos, G. J., Goodman, A. H., Harper, K. N., & Blakey, M. L. (2009). Enamel hypoplasia and early mortality: bioarcheological support for the Barker hypothesis. *Evolutionary Anthropology*, 18(6), 261–271.
- Arslan, S., Zorba, Y. O., Atalay, M. A., Özcan, S., Demirbuga, S., Pala, K., ... Ozer, F. (2015). Effect of resin infiltration on enamel surface properties and *Streptococcus mutans* adhesion to artificial enamel lesions. *Dental Materials Journal*, 34(1), 25–30.
- Attal, J., Atlan, A., Denis, M., Vennat, E., & Tirlet, G. (2014). White spots on enamel : treatment protocol by superficial or deep infiltration (part 2). *International Orthodontics*, 12(1), 1–31.
- Azizi, Z. (2015). Management of white spot lesions using resin infiltration technique: a review. *Open Journal of Dentistry and Oral Medicine*, 3(1), 1–6.
- Balan, B., Madanda Uthaiiah, C., Narayanan, S., & Mookalamada Monnappa, P. (2013). Microabrasion: an effective method for improvement of esthetics in dentistry. *Case Reports in Dentistry*, 2013, 1–4.
- Bertoldo, C., Lima, D., Fragoso, L., Ambrosano, G., Aguiar, F., & Lovadino, J. (2014).

- Evaluation of the effect of different methods of microabrasion and polishing on surface roughness of dental enamel. *Indian Journal of Dental Research*, 25(3), 290–293
- Bertoldo, C., Pini, N., Miranda, D. D. A., Catelan, A., Ambrosano, G., Ambrosano, B., ... Lovadino, J. R. (2014). Physicochemical properties of enamel after microabrasion technique. *Journal of Research in Dentistry*, 2(2), 176–188.
- Bowen, W. H. (2016). Dental caries - not just holes in teeth! A perspective. *Molecular Oral Microbiology*, 31(3), 228–233.
- Browne, D., Whelton, H., & O'Mullane, D. (2005). Fluoride metabolism and fluorosis. *Journal of Dentistry*, 33(3), 177–186.
- Callister Jr., W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). Mechanical Properties of Metals. In *Materials Science and Engineering* (9th ed.). Wiley.
- Carvalho, F. G. de, Carlo, H. L., Castro, R. D. de, Oliveira, B. F. de, Lacerda dos Santos, R., & Tenório Guenês, G. M. (2014). Effect of remineralizing agents on the prevention of enamel erosion: a systematic review. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 14(1), 55–64.
- Castro, K. S., De Araújo Ferreira, A. C., Duarte, R. M., Sampaio, F. C., & Meireles, S. S. (2014). Acceptability, efficacy and safety of two treatment protocols for dental fluorosis: a randomized clinical trial. *Journal of Dentistry*, 42(8), 938–944.
- Celik, E. U., Yildiz, G., & Yazkan, B. (2013). Clinical evaluation of enamel microabrasion for the aesthetic management of mild-to-severe dental fluorosis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(6), 422–430.
- Chai, H. (2014). On the mechanical properties of tooth enamel under spherical indentation. *Acta Biomaterialia*, 10(11), 4852–4860.
- Chen, C.-F., Hu, J. C., Bresciani, E., Peters, M. C., & Estrella, M. R. P. (2013). Treatment considerations for patient with amelogenesis imperfecta: a review. *Brazilian Dental Science*, 16(4), 7–18.
- Chien, Y. C., Burwell, A. K., Saeki, K., Fernandez-Martinez, A., Pugach, M. K.,



- Nonomura, G., ... Marshall, G. W. (2016). Distinct decalcification process of dentin by different cariogenic organic acids: kinetics, ultrastructure and mechanical properties. *Archives of Oral Biology*, 63, 93–105.
- Chun, K., Choi, H., & Lee, J. (2014). Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *Journal of Dental Biomechanics*, 5(0), 1758736014520809.
- Cirano, F. R., Romito, G. A., & Todescan, J. H. (2003). Determination of enamel and coronal dentin microhardness, 2(6), 258–263.
- DenBesten, P., & Li, W. (2011). Chronic Fluoride Toxicity: Dental Fluorosis. In *Monogr Oral Sci.* (Vol. 22, pp. 81–96).
- Fragoso, L. S. M., Lima, D. A. N. L., de Alexandre, R. S., Bertoldo, C. E. S., Aguiar, F. H. B., & Lovadino, J. R. (2011). Evaluation of physical properties of enamel after microabrasion, polishing, and storage in artificial saliva. *Biomedical Materials (Bristol, England)*, 6(3), 35001.
- Frencken, J. E., Peters, M. C., Manton, D. J., Leal, S. C., Gordan, V. V., & Eden, E. (2012). Minimal intervention dentistry for managing dental caries - a review. *International Dental Journal*, 62(5), 223–243.
- Fruits, T. J., Khajotia, S. S., & Nicholson, J. W. (2013). Biological Considerations. In *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry* (4th ed.). Quintessence Publishing.
- Glazer, H. S. (2009). Treating white spots: new caries infiltration technique. *Dentistry Today*, 28(10), 82,84–85.
- Gujjar, K. R., & Sumra, N. (2013). Minimally invasive dentistry - a review. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 9(2), 109–120.
- Heymann, G. C., & Grauer, D. (2013). A contemporary review of white spot lesions in orthodontics. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(2), 85–95.
- ISO/TS 11405:2015. *Dental materials - Testing of adhesion to tooth structure*. (2015). Genebra, Suíça.

- Jager, D. H. J., Vieira, A. M., Ligtenberg, A. J. M., Bronkhorst, E., Huysmans, M. C. D. N. J. M., & Vissink, A. (2011). Effect of salivary factors on the susceptibility of hydroxyapatite to early erosion. *Caries Research*, 45(6), 532–537.
- Jain, R., & Hegde, M. N. (2015). Dental attrition - aetiology, diagnosis and treatment planning: a review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*, 14(2), 60–66.
- Jeng, Y. R., Lin, T. T., Hsu, H. M., Chang, H. J., & Shieh, D. Bin. (2011). Human enamel rod presents anisotropic nanotribological properties. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 4(4), 515–522.
- Katz, C. R. T., de Andrade, M. do R. B., Lira, S. S., Ramos Vieira, É. L., & Heimer, M. V. (2013). The concepts of minimally invasive dentistry and its impact on clinical practice: a survey with a group of Brazilian professionals. *International Dental Journal*, 63(2), 85–90.
- Kinney, J. H., Marshall, S. J., & Marshall, G. W. (2003). The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(1), 13–29.
- Kirschneck, C., Christl, J.-J., Reicheneder, C., & Proff, P. (2016). Efficacy of fluoride varnish for preventing white spot lesions and gingivitis during orthodontic treatment with fixed appliances—a prospective randomized controlled trial. *Clinical Oral Investigations*.
- Kishen, A., Ramamurty, U., & Asundi, A. (2000). Experimental studies on the nature of property gradients in the human dentine. *Journal of Biomedical Materials Research*, 51(4), 650–9.
- Kurien, B., Vasunni, G. K., A.V, P., Correya, B., & T.K., V. (2015). Oral rehabilitation of a young adult with amelogenesis imperfecta. *Kerala Dental Journal*, 38(2), 82–85.
- Ladhani, Z., Dargad, S., Dixit, V., Srilathe, S., & Hegde, V. (2015). Effect of application of remineralizing agents on the microhardness of microabraded teeth. *World Journal of Dentistry*, 6(3), 174–177.

- Li, X., Wang, J., Joiner, A., & Chang, J. (2014). The remineralisation of enamel: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 42 Suppl 1, S12–20.
- Lippert, F., & Lynch, R. J. M. (2014). Comparison of Knoop and Vickers surface microhardness and transverse microradiography for the study of early caries lesion formation in human and bovine enamel. *Archives of Oral Biology*, 59(7), 704–710.
- Lucchese, A., & Storti, E. (2011). Morphological characteristics of primary enamel surfaces versus permanent enamel surfaces: SEM digital analysis. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 12(3), 179–183.
- Lussi, A., Bossen, A., Höschele, C., Beyeler, B., Megert, B., Meier, C., & Rakhmatullina, E. (2012). Effects of enamel abrasion, salivary pellicle, and measurement angle on the optical assessment of dental erosion. *Journal of Biomedical Optics*, 17(9), 0970091.
- Muñoz, M. A., Arana-Gordillo, L. A., Gomes, G. M., Gomes, O. M., Bombarda, N. H. C., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2013). Alternative esthetic management of fluorosis and hypoplasia stains: blending effect obtained with resin infiltration techniques. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(1), 32–39.
- Murphy, T. C., Willmot, D. R., & Rodd, H. D. (2007). Management of postorthodontic demineralized white lesions with microabrasion: a quantitative assessment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(1), 27–33.
- Nainar, S. H. (2014). Resin infiltration technique for proximal caries lesions in the permanent dentition: a contrarian viewpoint. *Operative Dentistry*, 39(1), 1–3.
- Nanci, A. (2013). Structure of the Oral Tissues. In *Ten Cate's Oral Histology* (8th ed.). St. Louis: Elsevier.
- O'Brien, S., Shaw, J., Zhao, X., Abbott, P. V., Munroe, P., Xu, J., ... Xie, Z. (2014). Size dependent elastic modulus and mechanical resilience of dental enamel. *Journal of Biomechanics*, 47(5), 1060–1066.
- Paic, M., Sener, B., Schug, J., & Schmidlin, P. R. (2008). Effects of microabrasion on substance loss, surface roughness, and colorimetric changes on enamel in vitro.

*Quintessence Intern*, 39(6), 517–522.

Pancu, G., Ilie, M., Andrian, S., Iovan, G., Topoliceanu, C., Pancu, I., ... Stoleriu, S. (2012). Clinical and radiographical study regarding treatment of incipient carious lesions with icon infiltration method. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation*, 4(3), 43–47.

Paris, S., Meyer-Lueckel, H., Cölfen, H., & Kielbassa, A. M. (2007). Resin Infiltration of Artificial Enamel Caries Lesions with Experimental Light Curing Resins. *Dental Materials Journal*, 26(4), 582–588.

Paris, S., Meyer-Lueckel, H., Mueller, J., Hummel, M., & Kielbassa, A. M. (2006). Progression of sealed initial bovine enamel lesions under demineralizing conditions in vitro. *Caries Research*, 40(2), 124–129.

Paris, S., Schwendicke, F., Seddig, S., Müller, W.-D., Dörfer, C., & Meyer-Lueckel, H. (2013). Micro-hardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *Journal of Dentistry*, 41(6), 543–548.

Pérez, R., Quijada, V., & Uribe, S. (2014). Confocal laser microscopy analysis of resin infiltration in fluorotic teeth. *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología Y Rehabilitación Oral*, 7(2), 53–58.

Perumal, E., Paul, V., Govindarajan, V., & Panneerselvam, L. (2013). A brief review on experimental fluorosis. *Toxicology Letters*, 223(2), 236–251.

Picchi Comar, L., Salomão, P. M. A., Martines de Souza, B., & Magalhães, A. C. (2013). Dental erosion: an overview on definition, prevalence, diagnosis and therapy. *Brazilian Dental Science*, 16(1), 6–17.

Pini, N. I. P., Lima, D. A. N. L., Sundfeld, R. H., Ambrosano, G. M. B., Aguiar, F. H. B., & Lovadino, J. R. (in press). Tooth enamel properties and morphology after microabrasion: an in situ study. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 0, 1–8.

Pini, N. I. P., Sundfeld-Neto, D., Aguiar, F. H. B., Sundfeld, R. H., Martins, L. R. M.,

- Lovadino, J. R., & Lima, D. A. N. L. (2015). Enamel microabrasion: an overview of clinical and scientific considerations. *World Journal of Clinical Cases*, 3(1), 34–41.
- Pini, N., Lima, D., Ambrosano, G., da Silva, W., Aguiar, F., & Lovadino, J. (2015). Effects of acids used in the microabrasion technique: microhardness and confocal microscopy analysis. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(4), 506–512.
- Pini, N. P., Costa, R., Bertoldo, C. S., Aguiar, F. B., Lovadino, J., & Lima, D. A. L. (2015). Enamel morphology after microabrasion with experimental compounds. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(2), 170.
- Ramalho, K. M., Aranha, A. C. C., Eduardo, C. de P., Rocha, R. G., Bello-Silva, M. S., Lampert, F., & Esteves-Oliveira, M. (2014). Quantitative analysis of dental enamel removal during a microabrasion technique. *Clinical and Laboratorial Research in Dentistry*, 20(3), 181–189.
- Rodrigues, M. C., Francisco, R., Mondelli, L., Batista, E., Baseggio, W., & Wang, L. (2013). Minimal alterations on the enamel surface by micro-abrasion: in vitro roughness and wear assessments. *Journal of Applied Oral Sciences*, 21(2), 112–117.
- Roy, S., & Basu, B. (2008). Mechanical and tribological characterization of human tooth. *Materials Characterization*, 59(6), 747–756.
- Schmidlin, P. R., Sener, B., Attin, T., & Wiegand, A. (2012). Protection of sound enamel and artificial enamel lesions against demineralisation: caries infiltrant versus adhesive. *Journal of Dentistry*, 40(10), 851–856.
- Schuurs, A. (2013). *Pathology of the Hard Dental Tissues* (1st ed.). Blackwell Publishing Ltd.
- Selwitz, R. H., Ismail, A. I., & Pitts, N. B. (2007). Dental caries. *The Lancet*, 369(9555), 51–59.
- Shivanna, V., & Shivakumar, B. (2011). Novel treatment of white spot lesions: a report of two cases. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(4), 423–426.
- Simmer, J. P., Papagerakis, P., Smith, C. E., Fisher, D. C., Rountrey, A. N., Zheng, L., &

- Hu, J. C.-C. (2010). Regulation of dental enamel shape and hardness. *Journal of Dental Research*, 89(10), 1024–1038.
- Simon-Soro, A., & Mira, A. (2015). Solving the etiology of dental caries. *Trends in Microbiology*, 23(2), 76–82.
- Singh, P., Gupta, N. D., & Bey, A. (2014). Dental fluorosis and periodontium: a game of shadows? *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 4(1), 47–48.
- Slootweg, P. J. (2013). *Dental Pathology - A Practical Introduction* (1st ed.). Springer Berlin Heidelberg.
- Sundfeld, R. H., Croll, T. P., Briso, A. L. F., de Alexandre, R. S., & Sundfeld Neto, D. (2007). Considerations about enamel microabrasion after 18 years. *American Journal of Dentistry*, 20(2), 67–72.
- Taher, N. M., Alkhamis, H. A., & Dowaidi, S. M. (2012). The influence of resin infiltration system on enamel microhardness and surface roughness: an in vitro study. *The Saudi Dental Journal*, 24(2), 79–84.
- Torres, C. R. G., Rosa, P. C. F., Ferreira, N. S., & Borges, a B. (2012). Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on microhardness of enamel carious lesions. *Operative Dentistry*, 37(4), 363–9.
- Vargas-Ferreira, F., Salas, M. M. S., Nascimento, G. G., Tarquinio, S. B. C., Faggion, C. M., Peres, M. A., ... Demarco, F. F. (2015). Association between developmental defects of enamel and dental caries: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(6), 619–628.
- Vernon-Parry, K. D. (2000). Scanning electron microscopy: an introduction. *III-Vs Review*, 13(4), 40–44.
- Vianna, J. S., Marquezan, M., Lau, T. C. L., & Sant'Anna, E. F. (2016). Bonding brackets on white spot lesions pretreated by means of two methods. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 21(2), 39–44.
- Walsh, L., & Brostek, A. (2013). Minimum intervention dentistry principles and objectives. *Australian Dental Journal*, 58(SUPPL.1), 3–16.

- Wang, L., D'Alpino, P. H. P., Lopes, L. G., & Pereira, J. C. (2003). Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. *Journal of Applied Oral Science*, 11(3), 162–167.
- Wang, Y., Sa, Y., Liang, S., & Jiang, T. (2013). Minimally invasive treatment for esthetic management of severe dental fluorosis: a case report. *Operative Dentistry*, 38(4), 358–362.
- West, N. X., & Joiner, A. (2014). Enamel mineral loss. *Journal of Dentistry*, 42, S2–S11.
- Yan-Fang, & Ren. (2011). Dental erosion: etiology, diagnosis and prevention. *RDH Magazine*, 31(8).
- Yazici, A. R., Tuncer, D., Antonson, S., Onen, A., & Kilinc, E. (2010). Effects of delayed finishing/polishing on surface roughness, hardness and gloss of tooth-coloured restorative materials. *European Journal of Dentistry*, 4, 50–56.
- Yetkiner, E., Wegehaupt, F., Wiegand, A., Attin, R., & Attin, T. (2014). Colour improvement and stability of white spot lesions following infiltration, micro-abrasion, or fluoride treatments in vitro. *European Journal of Orthodontics*, 36(5), 595–602.
- Zaytsev, D., Ivashov, A., & Panfilov, P. (2015). Anisotropy of the mechanical properties of human dentin under shear testing. *Materials Letters*, 138, 219–221.
- Zhang, Y., Du, W., Zhou, X., & Yu, H. (2014). Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *International Journal of Oral Science*, 6(2), 61–69.





## ANEXO

Comissão de Ética



Ex.ma Senhora  
**Beatriz Subtil Gonçalves da Silva**

Monte de Caparica, 21 de janeiro de 2016.

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "Microdureza do esmalte após tratamento com a técnica de microabrasão ou com icon ®", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof.ª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

---

EGAS MONIZ – COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR, CRL  
Campus Universitário – Quinta da Granja – Monte de Caparica  
2829-511 Caparica